

温度異方性効果による slow shock identification の精度向上と地球磁気圏尾部における slow shock の構造

岡部 勝臣 [1]; 星野 真弘 [2]; 藤本 正樹 [3]; 平井 真理子 [4]; 斎藤 義文 [1]; 向井 利典 [5]
[1] 宇宙研; [2] 東大・理・地球物理; [3] 宇宙機構・科学本部; [4] 東大・理・地球惑星; [5] JAXA

Improved identification of slow shocks by inclusion of temperature anisotropy effects: GEOTAIL observations

Katuomi Okabe[1]; Masahiro Hoshino[2]; Masaki Fujimoto[3]; Mariko Hirai[4]; Yoshifumi Saito[1]; Toshifumi Mukai[5]
[1] ISAS; [2] Earth and Planetary Sci., Univ of Tokyo; [3] ISAS, JAXA; [4] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [5] JAXA

Hot and high speed plasmas often observed in the magnetotail, are considered to be produced by the slow shock waves formed at the boundary between the lobe and the plasma sheet. In fact, the existence of the slow shock has been carefully analyzed using a full set of plasma observation data of the GEOTAIL. In the previous slow shock analysis, however, an isotropic temperature has been assumed. It is known that the plasma often shows an anisotropic temperature in the magnetotail, with parallel temperature often larger than the perpendicular temperature. In this presentation, we investigate the slow shock structure with the effect of temperature anisotropy taken into account. We first reexamined the Rankine-Hugoniot relations by taking into account temperature anisotropy. Due to the anisotropy in the downstream, the shock downstream magnetic field increases, while the plasma density, velocity and total temperature decrease compared with the isotropic Rankine-Hugoniot relations. We found that this correction helps us identify successfully more slow shocks than in the previous studies. Then, we classified slow shocks into two types. Type1 slow shocks have isotropic downstream temperature and Type2 slow shocks have anisotropic downstream temperature. In our analysis, 47% of slow shocks were classified as Type2 slow shocks, which, if at all, could only ambiguously be identified in the previous analysis. We also found that Type2 slow shocks have higher shock speed, lower upstream beta and shock angles that are more parallel.

地球磁気圏尾部には高温、高速のプラズマが存在し、そのプラズマはプラズマシート、ローブ境界に存在するスローショックによって生成されると考えられている。実際、地球磁気圏遠尾部でのスローショックは GEOTAIL による観測から解析されている [e.g., Saito et al., 1995]。しかし従来までのスローショック解析では、シートローブ境界のうちスローショックと解析されたものは 1 割程度にとどまっている。これらの解析では温度等方性を仮定しているが、地球磁気圏尾部でプラズマは温度非等方性を持つことが知られており、特に地球磁気圏尾部では磁場に平行方向の温度 (T_{parallel}) は磁場に垂直方向の温度 ($T_{\text{perpendicular}}$) よりも高くなっている。プラズマの温度非等方性はプラズマの運動を反映しており、その形成と等方化の過程は宇宙プラズマ物理の重要な未解決問題である。

今回の研究では、まず温度非等方性を仮定して Rankine-Hugoniot の式を解き、温度非等方性をもつ場合のスローショックの性質を調べた。そして、 $T_{\text{parallel}} > T_{\text{perpendicular}}$ の温度非等方性を考慮すると、温度等方的場合に比べて下流磁場は上昇、下流密度、速度、温度は下降することが分った。これは $T_{\text{parallel}} > T_{\text{perpendicular}}$ の温度異方性を仮定すると、スローショックは弱くなる性質があることを示している。さらに、速い shock speed、低い上流 β 、高い shock angle をもつショックほど、温度非等方性を持ちやすいことが分った。

これらのことから、GEOTAIL のデータを用いて地球磁気圏遠尾部でのシートローブ境界を再解析し、温度異方性を考慮するとスローショックの存在をより確実に記述できることを確認した。また、地球向き flow か、反地球向き flow かによるスローショックの形成され方の違いを調べ、地球磁気圏遠尾部でのスローショックの構造を考える。